

## ターゲット領域「革新的サイバー空間基盤技術」実施方針

領域統括 安西 祐一郎

## I. ターゲット領域における現状と課題

革新的サイバー空間関連技術の領域は、20世紀から今後に向けて科学技術イノベーションを先導するとともに、世界的な社会変革をリードする最重要領域の一つであり、覇権をかけた激しい競争が世界中で繰り広げられている。したがって、本領域に資金や人材を集中して、科学技術イノベーションを起こすと同時に社会の変革を推進することが、将来にわたって我が国の国力を再生させるための必須の方策である。

我が国のこうした現状と将来への見通しを踏まえ、我々は、危機感とスピード感を持ってこの領域の研究開発を進めるとともに、その成果をもとに実用化・事業化を推進し、我が国が提唱する「Society 5.0」の実現<sup>(注1)</sup>を目指さなければならない。

<sup>(注1)</sup> 第5期科学技術基本計画で掲げた我々が目指すべき未来社会の姿である Society 5.0 は、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させることにより、地域、年齢、性別、言語等による格差なく、多様なニーズ、潜在的なニーズにきめ細かに対応したモノやサービスを提供することで経済的発展と社会的課題の解決を両立し、人々が快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることのできる、人間中心の社会である。すなわち、本領域の研究開発および実用化・事業化の開拓を推進することは「Society 5.0」の実現に向けた必須の取組であり、価値観や戦略を関係機関と共有し、関係府省、産業界、学术界が一体となって取組を具体的且つ着実に推進していくことが重要である。

## II. ターゲット領域において研究開発および実用化・事業化の開拓を行う5つの柱

本領域においては、5年後に実用化を目指し、かつ企業単独ではリスクが取ることが困難な、国が担うべきテーマに集中的に取り組むこととする。これらの目標を達成するために特に重要と考えられる：

ビッグデータ、AIを活用した

- ① ヒューマンインタラクションの先端的支援技術
- ② 超大規模非定型データの先端的処理技術
- ③ ロボット、輸送機器、I o Tシステム等の活用のための先端知的制御技術
- ④ 高度なセキュリティ機能、高速通信機能等を備えた先端的ソフトウェア・システムアーキテクチャの先端的技術
- ⑤ 高度な省電力機能、高速計算・通信機能等を備えた先端的ハードウェア・システムアーキテクチャ技術

の5つの柱に関する技術開発、およびそれらの実用化・事業化の開拓を推進する。

### Ⅲ. 各柱について達成すべき目標

- ① ヒューマンインタラクションの先端的支援技術： 「Society 5.0」の実現に向け、Industry 4.0 の概念を超えて先端科学技術の開発が目指すべき最も重要な目標は、人間と人間、言い換えれば実社会における人間同士のインタラクションを支援する先端技術をロバストな科学技術として確立することである。この柱においては、ビッグデータ・AIの先端技術開発を活用して、社会、コミュニティ、組織等における人と人、あるいは人と環境の間の円滑なインタラクションを支援するサイバー空間基盤技術の開発を進めるとともに、実用化・事業化の開拓を推進する。
- ② 超大規模非定型データの先端的処理技術：「Society 5.0」の実現に向けて、映像、音声、時系列センサデータ、膨大な言語データ、医療・材料・環境・教育・研究等の超大規模データ、実社会で使われている多様な形式やフォーマットの文書やビデオデータ等の非構造化データ、欠損や打ち切り等が頻繁に現れる不完全データ、その他、超大規模かつ非定型のデータを高速で適切に処理する先端的データ処理技術の開発、およびその基盤となるデータサイエンスの発展が重要である。この柱においては、AI技術の開発を活用して、これらの開発をサイバー空間基盤技術の面から進めるとともに、実用化・事業家の開拓を推進する。
- ③ ロボット、輸送機器、I o Tシステム等の活用のための先端知的制御技術：「Society 5.0」の実現にはハードウェアとソフトウェアの接合領域の技術開発が不可欠である。特に、ロボット（自律移動ロボット、産業用ロボット、分散ネットワークロボティクス、クラ

ウロボティクス、その他)、輸送機器(自動車、鉄道、航空機、船舶、その他)、IoT(生産、管理、保守、機械、制御機器、サービス、インフラ、防災・減災、住宅、家電、医療・看護・介護、農業・林業・水産業、エネルギー・環境・気象・宇宙、金融、その他)、その他、リアルタイムかつセキュアな情報処理が必要とされる分野の推進が重要である。この柱においては、ビッグデータ・AI技術の開発を活用しつつ、上記のような分野の技術開発として、人の手をできるだけ介さず高速かつ安全に制御の情報処理を実行するための先端的な知的制御技術の開発を進める。また、連動してこれらの技術の実用化・事業化の開拓を推進する。

- ④ 高度なセキュリティ機能、高速通信機能等を備えたソフトウェア・システムアーキテクチャの先端的技術:「Society 5.0」の実現に向け、5G、次世代インターネット等に代表される、これからのサイバー空間を支える超高速・多接続・低遅延ネットワークのための超高速ネットワークソフトウェア、大容量コンテンツ配信、エッジコンピューティング、高度セキュリティ技術、またアプリケーションの開発が重要である。この柱においては、ビッグデータ・AIの技術開発を活用しつつ、これらの技術開発を進めるとともに、実用化・事業化の開拓を推進する。
- ⑤ 高度な省電力機能、高速計算・通信機能等を備えたハードウェアアーキテクチャ・システムアーキテクチャの先端的技術:「Society 5.0」の実現に向け、上記のような技術の実用化・事業化を支え、推進する、高度な省電力性能および高速の計算・通信機能をサポートするハードウェアアーキテクチャおよびシステムアーキテクチャの技術開発が重要である。特に、ビッグデータ・AIの先端技術を効果的に活かすためのアーキテクチャ(例えばAI用省電力分散システムアーキテクチャ)、生活や仕事、社会活動の支援のためのシステムアーキテクチャ(例えばネットワーク化されたAIスピーカ用アーキテクチャ)(①に対応)、大規模データ用アーキテクチャ(例えば省電力分散データマネジメントシステム)(②)、ロボット・輸送機器・IoT等の制御・動作支援(例えばデジタルセンサ・アクチュエータネットワーク用アーキテクチャ、組込みシステムアーキテクチャ)(③)、ネットワークソフトウェアをはじめとする先端的ソフトウェアを活かすためのアーキテクチャ(例えば広域分散センサネットワーク用アーキテクチャ、CPUの並列処理を可能とする分散システムアーキテクチャ)(④)など。この柱では、

ビッグデータ・A I 技術の開発と活用を睨み、高度なビッグデータ技術・A I 技術の活用を支える上記技術の開発を進めるとともに、実用化・事業化の開拓を推進する。

#### IV. 本領域のオープン性と人工知能技術戦略会議との関係

なお、ビッグデータ・A I 技術を活用して推進する上記①～⑤の柱の技術、およびそれらを含む本領域の技術の特徴は、あらゆる分野にわたって応用可能な横断的技術であることにある。ただし、特定の分野への応用を的確に、また効率的に行うには、各分野特有の課題へ関連技術を適応させるための、当該分野に依存した先端技術との融合が必要になる。このため、具体的なターゲットを明確にしながらか実用化や事業化を見据えて、ビッグデータ・A I の技術開発、上記5つの柱の技術開発、および特定分野の研究開発について、連携しつつ行うことが重要である。

特に、ビッグデータ・A I 技術については、2016年4月に総務省、文部科学省、経済産業省を合同事務局として発足した人工知能技術戦略会議（2017年9月現在、3省に加えて内閣府、厚生労働省、農林水産省、国土交通省が合同事務局に参画するとともに内閣府が事務のとりまとめを担うこと、また、P R I S Mの事務局と一本化する方向で調整中である）と連動し、同会議が2017年3月に公表した研究開発目標および産業化ロードマップを踏まえ、生産性・サービス、健康・医療・介護、空間移動等の分野を想定しつつ開発を進めていく。

産業化ロードマップは、我が国が世界をリードしていくために、我が国や世界が直面している社会課題に対して、我が国が有する現場の強みをも踏まえ、AI技術とその関連技術による産業化に向けたチャレンジングなロードマップであることから、本領域においては、産業化ロードマップが目指す社会像の実現を重要な視点と位置付けた上で、これに資する研究開発課題に重点的に取り組むこととする。

(参考：産業化ロードマップで定めた目指すべき社会像)

重点分野	目指すべき社会像
生産性・サービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生産システムの自動・最適化、サービス産業の効率化・最適化、物・サービスへのニーズとのマッチングによりユーザー主導型のハイパーカスタマイゼーションが実現される。これにより、ものづくり・流通・サービスの融合が進み、エネルギー・食料なども含めた社会全体としての生産性を高めた、無駄のない究極のエコシステムを構築する。</li> <li>・ 人が想像力を増幅することにより、次々と新しいサービス・製品が生み出される社会が構築される。</li> </ul>
健康、医療・介護	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 世界で最初に急激な高齢化社会を迎えている日本において、医療・介護の膨大な情報をビッグデータ化し、A I を使って世界一の医療技術先進国・介護技術先進国を構築する。</li> <li>・ 予防医療の高度化により、病気にならないヘルスケアを実現する健康長寿産業大国を構築する。2030年には我が国人口の40%以上が高齢者となる中で、80歳でも就業を希望する高齢者が元気に働いている社会を実現する。これにより、個人としての満足度を上げるだけでなく、社会保障費の軽減を図ると同時に労働人口の減少という課題への対応の方策ともなる。</li> </ul>
空間の移動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 人の移動時間・移動空間を、「移動」そのものではなく、その他の「作業」、「生活」、「娯楽」を行う時間・空間にする。</li> <li>・ 全ての人に自由で安全な空間の移動を確保する社会を構築する。人・物の移動にかかる移動手段のシェアリングエコノミーを構築することにより、移動のエコ社会を実現する。これらにより、人的要因による事故を2030年にはゼロにすることを目指し、「移動」に伴う社会コストを最小化する。</li> <li>・ 移動の高付加価値化、自動運転等を活用した自律的な輸送配送、バーチャル移動も完成し、移動そのものに価値が生まれる社会を実現する。</li> </ul>

ただし、「Society 5.0」を実現するための課題はきわめて多岐にわたるものであり、またビッグデータ・A I 技術は分野横断的な技術である。したがって、本領域が目指すサイバー空間基盤技術の開発、および実用化・事業化の推進は、原則どのような応用分野に対

してもオープンであり、あらゆる分野における民間投資の誘発を期待するものであり、本領域においては、産業化ロードマップを具体的なターゲットとしつつ、あらゆる分野に活用できる汎用的な研究開発を推進することとする。

## V. 出口戦略

本領域の目標は、I.に述べたように、「Society 5.0」の具体的実現と経済の活性化に向け、ビッグデータ・A Iの技術開発を活用した5つの柱の技術開発および実用化・事業化の開拓推進を通して民間の経済活動、投資活動を最大限に誘発することである。本領域における「出口戦略」は、この目標を達成するための戦略のことであり、(1)差別化 (positioning)、(2)選択 (trade-offs)、(3)整合 (fit) の組み合わせからなる<sup>(注2)</sup>：

(1)差別化： ハードウェアアーキテクチャからヒューマンインタラクションにわたる5つの階層を連動させ、ビッグデータとA Iの先端技術の本格的活用を図るとともに、「Society 5.0」の目標である新しい社会に向けての社会の転換を念頭に、「ヒューマンインタラクション」を最大のターゲットとしている。本領域のあらゆる技術開発は、短中長期、直接間接、いずれにしても、人間同士のインタラクションの新たな支援の在り方を実現するものとし、これをもってビッグデータ・A I技術による民間の経済活動、投資活動世界トップを目指すための出口戦略とする。

(2)選択： 人工知能技術戦略会議が提示した研究開発の実施方針と産業化ロードマップが示した開発課題を重視するとともに、「Society 5.0」に向けての社会の転換をリードできる分野への活用を見越した技術開発および実用化・事業化の開拓を重点的に推進する。例えば、人工知能技術戦略会議が重点分野として3分野（生産性・サービス、健康・医療・介護、空間の移動）を提示したのは、この意味での選択にほかならない。

ただし、社会の転換は限定された産業分野だけに依存して行われるのではなく、社会のあらゆる分野・セクターが関わるものであり、従来業種・分野を超えてビッグデータ・A I技術の開発、実用化・事業化の開拓を推進することが重要である。

(3)整合： 従来から行われているビッグデータ・A I、および上記5つの柱に関連する諸技術の開発およびそれらの実用化、事業化の蓄積と win-win の関係を持つような技術開

発、および実用化・事業化の開拓を推進することにより、我が国の強みを十分発揮するとともに、弱い部分（要素技術のシステム化とマネジメント、システムアーキテクチャの開発と実用化、ヒューマンテクノロジーの実用化、広範な人材育成等）の発展を促進する。

上記の「出口戦略」を実行するには、ビッグデータ・AI、および5つの柱に関連した技術の開発だけでなく、諸応用分野の技術との融合、各SIPとの連携等、多くの実践が必要である。特に、人工知能技術戦略会議が提示した産業化ロードマップの重点3分野である生産性・サービス、健康／医療・介護、空間の移動をはじめ、サービス、農林水産、食品、インフラ、防災・減災、観光、金融、教育、文化、生活一般、その他の分野において、当該分野の技術と上記5つの柱の融合を図ることを通して、関係府省の連携、さらには、民間の経済活動、投資活動を誘発することが肝要である。

産業化ロードマップの重点3分野においては、目指すべき社会像の実現のため、それぞれ以下に示す人工知能関連技術の開発と融合が必要とされている。

- a 生産性・サービス： 人の創造力の増幅、データインフラ環境、AIによる需給予測・マッチング、AI×ロボット、稼働状況のリアルタイム把握
- b 健康／医療・介護： 高速通信／診断機器、画像認識、異常検知、バイタルセンサ、データ収集／整備、創薬、再生技術、画像認識、触覚センサ、AI×医療・介護ロボット、音声認識、意味理解
- c 空間の移動： AIによる需給予測・マッチング、位置・道路情報のリアルタイム把握、インフラネットワーク、自動走行（陸）、エッジ処理、移動手段、自動走行（空）、AI×個人データ、VR／通信環境

上記の関連技術を踏まえ、本領域において産業化ロードマップの重点3分野の目指す社会像を実現する「出口戦略」の観点から、特に鍵となると考えられる重要な技術開発課題を以下に示す。

区分	生産性・サービス	健康、医療・介護	空間の移動	分野横断
①ヒューマンインタラクション	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モノへの適用：機械・自動の故障予知</li> <li>・サービスの内容に合わせた情報提示方法（相応しい提示メディア、提示方法）選ぶ技術</li> <li>・衣料、繊維の 3D プリンター（テキストイル）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒトへの適用：認知症、循環器異常、ガン等の疾病予測</li> <li>・圧倒的に繊細な作業ができる義手、義足</li> <li>・人工臓器（人工肝臓、人工腎臓等）</li> <li>・ナノロボット開発（身体の血管に入って修繕するなど）</li> <li>・医療：手術ロボット、麻酔ロボット</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3次元対話、会議技術</li> <li>・テレプレゼンスシステムの人の操作の半自動化技術・操作者の代理技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・論理的な整合性を把握する技術</li> <li>・空気を読む技術（intent、コンテキスト把握）</li> <li>・人の意図に合わせた話題を提供する技術</li> <li>・人工知能サービス・異種ロボット・自律走行車間でのサービスの文脈の相互利用</li> <li>・ウェアラブルへの組込</li> <li>・エージェントインターフェース</li> <li>・知覚モダリティ学習技術（視覚であれば形、色、動き、depth、素材感など）</li> <li>・コミュニケーションロボット</li> <li>・AR インターフェース</li> <li>・ナノ brain machine interface</li> </ul>
②超大規模非定型データ処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コトへの適用：経営指標等、需要予測</li> <li>・サービスの内容に合わせた情報提示方法（相応しい提示メディア、提示方法）選ぶ技術</li> <li>・データクレンジング技術（小売りのSKUの名寄せ等）</li> <li>・手作業系を超高速で学習する技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・創薬ターゲット発見</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・混雑予測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・美的バランスを把握する技術（デザイン、音楽、テキストなど）</li> <li>・異なるアーキテクチャの AI 間での相互メタ学習</li> <li>・複数の AI 間での相互最適化</li> <li>・複数の情報モダリティを統合する技術</li> <li>・マルチモーダル情報処理</li> <li>・N 数が少ない状態で学習する技術</li> </ul>
③先端知的制御技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・農業：繊細な収穫ロボット、雑草除去ロボット</li> <li>・インフラ：異常検知／修繕ロボット（道、電線、水道管、下水管など）</li> <li>・流通：デリバリー系ロボット（ピッキング、配置、配送）、棚割りロボット</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・圧倒的に繊細な作業ができる義手、義足</li> <li>・人工臓器（人工肝臓、人工腎臓等）</li> <li>・医療：手術ロボット、麻酔ロボット</li> <li>・モレキュラーマシン</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・移動：作業空間と移動空間を融合、近距離の 1~2 名移動システム</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・感圧繊維等のセンシング技術（振動/肌触り/匂い等のセンシング）</li> <li>・肌触り、匂い等の再現</li> </ul>

④ ソフトウェア・システムアーキテクチャ	・分散アーキテクチャ (グローバル)	・分散アーキテクチャ (ホーム)	・分散アーキテクチャ (モビリティ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>異なるアーキテクチャの AI 間での相互メタ学習</li> <li>プラットフォーム/デバイスの相互連携</li> <li>ネットワークソフトウェア統合制御</li> <li>超高速・多接続・低遅延ネットワークのための超高速ネットワークソフトウェア</li> <li>大容量コンテンツ配信</li> <li>エッジコンピューティング</li> <li>高度セキュリティ技術</li> </ul>
⑤ ハードウェア・システムアーキテクチャ		・ナノロボット開発 (身体の血管に入って修繕するなど)		<ul style="list-style-type: none"> <li>日本のデジタル・アナログ双方の技術を活かした新型学習素子</li> <li>センサを遠隔で瞬時に充電を実現する技術</li> <li>ナノコンピュータ開発</li> <li>先端的ソフトウェアを活かすためのアーキテクチャ</li> </ul>

- 汎用技術例 (青)   ■ 生産性分野における技術例 (緑)   ■ 健康/医療・介護分野における技術例 (赤)  
■ 空間の移動分野における技術例 (紫)

なお、これらの技術開発課題の推進に当たっては、フィジカル空間基盤技術領域とも連携することが重要である。

(注2) 「戦略」は(1)positioning、(2)trade-offs、(3)fit の3つのファクターからなるとする (M. E. Porter, What is strategy? 1996)。

## VI. 必要となる主な研究開発要素（例）

本領域が目指すサイバー空間基盤技術の開発、および実用化・事業化を強力に推進するにあたっては、日本の産業が得意としてきた「3現（現場・現物・現実）」を実現する技術の強化が重要であり、以下視点で研究開発の強化を進める。

視点	研究開発強化の方向性(例)
a.人と人との接近	ウェアラブル、5感の強化、脳との協働等
b.人とモノ・場所との接近	自律性の強化、ロバスト性の強化、セキュリティ・セーフティの強化等
c.システム間の接近	システム連携、システム協調等

さらに、以下視点を追加し、他国競合力を強化していくことも重要である。

追加視点
d. リソースの最適活用（市民や企業等が持つ豊富なコンピュータリソースの活用）
e. 「高速処理」の追求（ビッグデータをリアルタイムにやり取りし高速に処理）
f. 「省電力化」の追求（高度なシステムを地球環境に配慮し持続利用）

上記視点を踏まえて、Ⅱで示した5つの柱及びⅤで示した重要な技術開発課題を支える具体的な研究開発要素を以下に示す。なお、研究開発要素の技術確立にあたっては出口を意識することが重要であるとともに、それらの横展開も強く意識して研究開発要素を汎用化することも基盤技術として重要である。

区分	a.人と人との接近	b.人とモノ・場所との接近	c.システム間の接近	d.リソースの最適活用	e.f.高速化・省電力化
①ヒューマンインタラクション	<b>知的処理技術</b> ：対話、説明、感情理解、行動意図理解、意味理解・概念理解、 <b>サービス技術</b> ：ビッグデータの理解 <b>[A][D][F][G][J]</b>	<b>知的処理技術</b> ：物体・環境認識、感覚認識、 <b>社会基盤技術</b> ：異常検知、 <b>サービス技術</b> ：異常予測、 <b>HCI 技術</b> ：プロトタイプング <b>[A][C][D][G][J][K]</b>	<b>社会基盤技術</b> ：クラウドネットワークロボット <b>[F]</b>	<b>HCI 技術</b> ：ヒューマン・イン・ザ・ループ・デザイン <b>社会基盤技術</b> ：動的社会構造最適化	<b>知的処理技術</b> ：文脈依存インタラクション <b>サービス技術</b> ：フィールドシステム運用、動的インタラクション品質制御
②超大規模非定型データ処理	<b>知的処理技術</b> ：深層学習、バイズ学習、強化学習、バイズ推論、帰納推論、マルチモーダル情報処理 <b>データ基盤技術</b> ：V L D B M (Very Large Database Management)、 <b>[A][E]</b>	<b>HCI 技術</b> ：高性能データ可視化処理、クラウドソーシング、 <b>データ基盤技術</b> ：データクレンジング <b>[A][C][D][E][K]</b>	<b>知的処理技術</b> ：AI 間交渉・協調・連携、創発、共進化 <b>[B]</b>	<b>システムソフトウェア技術</b> ：並列化、仮想化、スケールアウトアルゴリズム <b>[B]</b>	<b>知的処理技術</b> ：学習効率化、高速収束アルゴリズム、初期値最適化、 <b>映像処理</b> ：超分散リアルタイム画像処理、 <b>ネットワーク技術</b> ：ストリームデータリアルタイム処理 <b>[B][H]</b>
③先端知的制御技術	<b>安全技術</b> ：安全、小型軽量、静穏、親近性、	<b>知的処理技術</b> ：自律移動、動作計画、 <b>制御技術</b> ：ダイナミクス制御、コンプライアンス制御 <b>VR 技術</b> ：感覚再現、 <b>安全技術</b> ：セキュリティ確保、 <b>[E][G][J][K]</b>	<b>知的処理技術</b> ：群知能、分散協調、マルチエージェント <b>[I][K]</b>	<b>システムソフトウェア技術</b> ：仮想化、 <b>ソフトウェア工学</b> ：モジュール化、汎用化 (API 共通化)	
④ソフトウェア・システムアーキテクチャ	<b>アーキテクチャ技術</b> ：省電力化、 <b>HCI 技術</b> ：BAN (Body Area Network)	<b>ネットワーク技術</b> ：高信頼無線、アンビエントネットワーク、 <b>プロダクト技術・素材技術</b> ：耐環境化、 <b>AI 周辺技術</b> ：AI セキュリティ、社会コンセンサス	<b>ネットワーク技術</b> ：自律分散ネットワーク、協調制御化、 <b>IoT 技術</b> ：自律分散型のデータ構造 <b>[B]</b>	<b>ネットワーク技術</b> ：周波数共有化、ネットワーク仮想化、ネットワークリソース最適化、WebRTC での P2P	<b>ネットワーク技術</b> ：ネットワーク大容量化/高速化/省電力化、Named Data Network、量子暗号、超大量 IoT データ収集/蓄積 <b>ソフトウェア工学</b> ：USP のシエルスクリプト、

					システムソフトウェア技術：アミーバコンピュータ、分散処理、 [H]
⑤ハードウェア・システムアーキテクチャ	アーキテクチャ技術：エンベディッドコンピューティング	IoT技術：エッジ・フォグ、IoT、センサネットワーク	システムソフトウェア技術：システム統合、仮想化、 ネットワーク技術：大規模広域自律分散情報システム、光インターコネクト IoT技術：エッジコンピューティング	システムソフトウェア技術：リソース仮想化、クラウドコンピューティング	アーキテクチャ技術：グリーンコンピューティング、FPGA 次世代計算機：量子コンピュータ、イメージング、脳型コンピュータ、ナノコンピューティング [H][I][J]

展開の方向性	「出口戦略」の観点から本領域で取り組むべき重要な技術課題
知的情報処理技術	<p><b>[A] 知覚（イミ理解）を実現するための技術</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>知覚モダリティ学習技術（視覚であれば形、色、動き、depth、素材感など）(1-b)</li> <li>複数の情報モダリティを統合する技術 (2-a)</li> <li>美的バランスを把握する技術（デザイン、音楽、テキストなど）(2-b)</li> <li>論理的な整合性を把握する技術 (1-a)</li> <li>空気を読む（intent、コンテキスト把握）技術 (1-a)</li> </ul> <p><b>[B] インテリジェンスネット</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>異なるアーキテクチャの AI 間での相互メタ学習 (2-c, 4-c)</li> <li>複数の AI 間での相互最適化、混雑予測、需要予測 (2-c,d,e)</li> </ul> <p><b>[C] 異常（故障）検知、予測技術</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ヒトへの適用：認知症、循環器異常、ガン等の疾病予測 (1-b)</li> <li>モノへの適用：機械・自動の故障予知 (1-b)</li> <li>コトへの適用：経営指標等 (2-b)</li> </ul> <p><b>[D] 空気（インタラクションの雰囲気、会話の話題）を作る技術</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>人の意図に合わせた話題を提供する技術 (1-a, 1-b)</li> <li>サービスの内容に合わせた情報提示方法（相応しい提示メディア、提示方法）選ぶ技術 (1-b, 2-b)</li> </ul>
データを利用したインタラクション基盤技術	<p><b>[E] あらゆる外部情報、モノをデータにする技術</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>感圧繊維等のセンシング技術（振動/肌触り/匂い等のセンシング）(3-b)</li> <li>データクレンジング技術（小売りのSKUの名寄せ等）(2-b)</li> <li>マルチモーダル情報処理 (2-a)</li> </ul> <p><b>[F] インタラクションデータを共有する技術</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>人工知能サービス・異種ロボット・自律走行車間でのサービスの文脈の相互利用 (1-c)</li> <li>テレプレゼンスシステムの人の操作の半自動化技術・操作者の代理技術 (1-a)</li> <li>エージェントインターフェース (1-a)</li> <li>コミュニケーションロボット (1-a)</li> </ul>

	<p><b>[G] データからモノを再現する技術</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 肌触り、匂い等の再現 (3-b)</li> <li>・ 衣料、繊維の 3D プリンター (テキスタイル) (1-b)</li> <li>・ 3 次元対話、会議技術 (1-a)</li> <li>・ AR インターフェース (1-b)</li> </ul>
<p>ハードウェアを基盤としたインタラクション技術</p>	<p><b>[H] 圧倒的な低コスト情報処理を実現する技術</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日本のデジタル・アナログ双方の技術を活かした新型学習素子 (5-e)</li> <li>・ 手作業系を超高速で学習する技術 (2-e)</li> <li>・ N 数が少ない状態で学習する技術 (2-e)</li> <li>・ 分散アーキテクチャ (グローバル、ホーム、モビリティ) (4-e)</li> </ul> <p><b>[I] 圧倒的に小さなスマート化を実現する技術</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ モレキュラーマシン (3-c)</li> <li>・ センサを遠隔で瞬時に充電を実現する技術 (5-e)</li> </ul> <p><b>[J] ウェアラブルの先を行くヒトへの装着、埋め込み</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ウェアラブルへの組込 (1-a)</li> <li>・ 圧倒的に繊細な作業ができる義手、義足 (1-b, 3-b)</li> <li>・ 人工臓器 (人工肝臓、人工腎臓等) (1-b, 3-b)</li> <li>・ ナノコンピュータ開発 (1-b, 5-e)</li> <li>・ ナノ brain machine interface (1-b, 5-e)</li> <li>・ ナノロボット開発 (身体の血管に入って修繕するなど) (1-b, 5-e)</li> </ul> <p><b>[K] 超高速でヒトの作業を代替するロボット技術</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 医療：手術ロボット、麻酔ロボット (1-b, 3-b)、創薬ターゲット発見 (2-b)</li> <li>・ 農業：繊細な収穫ロボット、雑草除去ロボット (3-b)</li> <li>・ インフラ：異常検知/修繕ロボット (道、電線、水道管、下水管など) (1-b)</li> <li>・ 流通：デリバリー系ロボット (ピッキング、配置、配送)、棚割りロボット (3-b,3-c)</li> <li>・ 移動：作業空間と移動空間を融合、近距離の 1~2 名移動システム (3-b)</li> </ul>